Aus der IV. Medizinischen Universitätsklinik, Berlin. Städt. Robert Koch-Krankeenhaus. Leiter: Prof. Dr. H. Dennig.

Die alkalisierende Wirkung von bernsteinsaurem Natrium im Arbeitsversuch

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät an der
Friedrich - Wilhelms - Universität
zu Berlin

Vorgelegt von

Paul Rendenbach

aus Trier

Tag der Promotion: 13. Mai 1940

Buchdruckerei Hanns Michel, Berlin NW 7, Marienstraße 11

M 53

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

*

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Dennig
Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550817_0092

Einleitung.

Wie Dennig und seine Mitarbeiter in verschiedenen Berichten mitgeteilt haben, ist bei Muskelarbeit das Auftreten von Ermüdungserscheinungen durch eine künstlich erzeugte Alkalose lange hinauszuschieben und andererseits in Acidose viel eher als unter normalen Umständen herbeizuführen.

Der Ausgangspunkt für diese Untersuchungen bildete die Überlegung, daß Ermüdung nach anstrengender Tätigkeit in der Hauptsache durch die bei der Arbeit sich bildenden Säuren hervorgerufen wird. Diese Säuren werden zunächst von dem im Blute und in den Geweben enthaltenen Alkali gebunden. Dieser Vorgang kann sich aber nur so lange vollziehen, solange eine „Alkalireserve" im Blute vorhanden ist. Ist sie aufgebraucht, so kann eine weitere Neutralisierung der entstehenden Säuren nicht mehr in dem gleichen Maße, wie diese auftreten, vor sich gehen. Das Blut wird also „übersäuert", was sich in Erschöpfung beziehungsweise in Ermüdung äußert.

Wenn man nun vor der Arbeit die Alkalivorräte des Körpers künstlich vermehrt, so muß dieser dann imstande sein, die gleiche Muskelarbeit längere Zeit durchzuführen, als es ohne eine derartige Vorbereitung der Fall ist. Man ahmt damit einen Zustand nach, wie er sich natürlicherweise bei höchsttrainierten Sportsleuten einstellt, nämlich: „eine Umstimmung der Blutflüssigkeit im Sinne einer Alkalose (Herxheimer)". Weiter muß man sich bewußt sein, daß die Ermüdung nicht nur durch die Verschiebung der Reaktion von Blut und Gewebe nach der sauren Seite hin bewirkt wird, sondern sicher noch von anderen Faktoren abhängig ist.

Es fragte sich nun, wie die Alkalose am besten zu erzielen war. Rein diätetisch ließ sich keine für die experimentellen Zwecke genügend starke Alkalose herbeiführen. Lediglich Versuche mit dem von Mader angegebenen Sojamehl führten zu einem einigermaßen befriedigenden Erfolge. So konnte Gilbricht mit einer täglichen Zufuhr von 300 g Sojamehl eine leistungssteigernde Alkalose nachweisen. Viel wirksamer und schneller jedoch war die Alkalose durch Salze zu erreichen. Zunächst wurde das Natrium bicarbonicum ver-

wandt. Mengen von etwa 10—15 g, wie sie schon früher zu therapeutischen Zwecken gegeben wurden, führten hier nicht zum Erfolg. Dagegen zeitigte eine Dosis von 30—40 g pro die erwünschte Stärke der Alkalose. Auch das später versuchte Natrium citricum hatte ungefähr die gleiche Wirkung.

Die Natriumsalze haben aber die Eigenschaft, Wasser im Körper zurückzubehalten. Es lag deshalb die Frage nahe, ob nicht durch eine vermehrte Wasserabgabe während der Arbeit schon eine großer Teil der Leistungssteigerung zu erklären sei. Durch die Sojakost, deren Gehalt an Kaliumsalzen in erster Linie für die Alkalisierung verantwortlich ist, und weiterhin direkt durch Einnehmen von Kaliumcarbonat und Kaliumcitrat, die im Gegenteil Wasser aus dem Körper ausschwemmen, ließen sich aber die gleichen Leistungssteigerungen erzielen (Dennig, Becker-Freyseng, Krause und Albath). Damit war der Beweis erbracht, daß die günstige Wirkung allein der vermehrten Alkalispeicherung, gleichgültig ob durch Natrium oder Kalium bedingt, zuzuschreiben war. Als Ausdruck der bestehenden Alkalose wurde bei allen Untersuchungen die alveoläre CO_2-Spannung, die normal zwischen 38 bis 41 lag, zwischen 42 und 44 mm Hg gefunden; in Acidose lagen die Werte unter 38 bis etwa 34 mm Hg herab. Das Atemvolumen bei Alkalose war sowohl in der Ruhe, als auch während der Arbeit gegenüber dem Normalzustand um etwa 10 % herabgesetzt. Dabei war die Atemfrequenz nicht deutlich vermindert.

Es mußte also der einzelne Atemzug flacher sein. Diese Tatsache trug sicher wesentlich zu den Leistungssteigerungen bei; denn eine verminderte Tätigkeit der Atemmuskulatur wurde bei der Arbeit erleichternd empfunden, zumal die heftige Dyspnoe größtenteils die Erschöpfung ausmachte.

In den ersten Versuchen wurde zur Erreichung der Alkalose Natrium bicarbonicum verwandt, das zwar den Vorzug der Billigkeit hat, dafür aber in der zu einer wirksamen Alkalose erforderlichen Menge „leicht zu Durchfällen, Übelkeit, lästigem Völlegefühl und Kopfschmerzen führt". Bei dem später versuchten Natrium citricum waren, wenn auch etwas geringer, diese unangenehmen Nebenerscheinungen ebenfalls vorhanden. Auch Mischungen der beiden Salze untereinander und mit Kaliumsalzen ließen diese Erscheinungen nie ganz verschwinden.

Becker-Freyseng und Liebich sind nun auf der Suche nach besser verträglichen, aber annähernd gleich alkalisierenden Salzen auf das bernsteinsaure Natrium gestoßen. In Selbstversuchen haben sie die Frage nach der Verträglichkeit und alkalisierenden Wirkung dieses Salzes gegenüber dem Natriumbicarbonat und Natriumcitrat eingehend geprüft. Danach ist:

1. das Natrium succinicum, abgesehen von einem leichten, aber schnell verschwindenden Druckgefühl im Magen, beschwerdefrei in der erforderlichen Menge zu nehmen;
2. ist der Einfluß auf den Säure-Basenhaushalt praktisch der gleiche wie bei den beiden anderen Salzen.
Damit erschien das Natrium succinicum zur Erzielung von „Alkalistößen" durchaus geeignet.

Methodik.

Im Arbeitversuch sollte nun das Verhalten der Leistung in einer mit Natrium succinicum erzielten Alkalose erprobt werden. Die Arbeit wurde von mir auf einem Fahrradergometer geleistet. Durch einen vorgeschalteten, elektrischen Widerstand und durch Einhalten eines bestimmten, von einem Metronom angegebenen Tempos war die Gewähr für die Gleichheit der Arbeitsbedingungen gegeben. Ich fuhr jedesmal bis zur Erschöpfung, d. h. bis zu einem Zeitpunkt, bei dem ich trotz größter Willensanstrengung das vom Metronom angegebene Tempo nicht mehr einzuhalten imstande war.

Bevor mit den eigentlichen Versuchen begonnen werden konnte, mußte eine möglichst gleiche Leistungszeit gefahren werden, was nach einem fünfwöchigen Training erreicht war. Subjektiv hatte ich den Eindruck einer flotten Fahrt mit belastetem Fahrrad auf langsam ansteigender Straße.

Auf eine Untersuchung der Atemgrößen während der Arbeit konnte verzichtet werden, da einmal über das Verhalten der Ventilationsgröße, des Sauerstoffverbrauches und der Kohlensäureausscheidung schon hinreichend Versuche angestellt worden waren, und bei gleicher Methodik nichts Neues zu erwarten war. Andererseits sollten die Versuchsbedingungen nach Möglichkeit natürlichen Verhältnissen sportlicher Arbeit entsprechen, was bei dem erschwerten Atmen durch vorgeschaltete Ventile ja nicht der Fall sein konnte. Die Bekleidung bestand in kurzer Sporthose und Sportschuhen.

Die als Normalleistung zu betrachtende Zeit lag am Ende des Trainings im Durchschnitt bei 6 Min. 30 Sek. Um einen psychischen Einfluß auf die Leistung möglichst auszuschalten, wurde mir während der ganzen Versuchsreihe weder die Zusammensetzung des eingenommenen Salzes, noch die zu erwartende Wirkung, noch die Zeit der geleisteten Arbeit, mitgeteilt. Zur Kontrolle wurde mir an mehreren Tagen an Stelle von Natrium succinicum ein wirkungsloses Täuschungspulver, das aus einem Gemisch von 15 g Kochsalz und 15 g Zucker bestand, und zum Gegenversuch das stark acidotisch wirkende Ammoniumchlorid gegeben. Wie in den früheren Versuchen

Dennigs und seiner Mitarbeiter wurden die Salze an dem der Versuchsfahrt vorausgehenden Tage nach dem Mittagessen, Kaffee und Abendbrot in Oblaten eingenommen. Die Fahrten fanden am Vormittag statt. Die Versuche unternahm ich nicht mit nüchternem Magen, jedoch lag das Frühsück 2—3 Stunden zurück. Während der ganzen Versuchsdauer schrieb ich täglich auf, was mir an meinem Zustand irgendwie verändert vorkam.

Ergebnisse.

I. Verträglichkeit:

Geschmacklich war ein Unterschied zwischen den drei verschiedenen Salzen kaum festzustellen, da ich sie in Oblaten schluckte. Bei allen drei war ein dauerndes Durstgefühl vorhanden. Bei dem Täuschungspulver, das aus jeweils 5 g Na C l + 5 g Rohrzucker bestand, trat jedesmal nach dem Einnehmen ein heftiger, kaum zu unterdrückender Brechreiz auf, der wahrscheinlich auf die große Kochsalzmenge in der Mischung mit Zucker zurückzuführen war; sonst stellten sich hierbei keinerlei Änderungen im Wohlbefinden ein.

Nach Ammoniumchlorid (tgl. dreimal 10 g) verspürte ich ein starkes Völlegefühl im Magen mit gehäuftem, üblem Aufstoßen. Eine Verdauungsstörung habe ich dabei nicht bemerkt. Schon etwas vermehrte körperliche Tätigkeit, wie z. B. Treppensteigen, beschleunigte die Atemfrequenz und den Herzschlag ganz auffallend, wobei gleichzeitig muskelkaterartige Schmerzen in den Oberschenkeln auftraten.

Bei dem bernsteinsauren Natrium waren die Beschwerden am geringsten; immerhin war auch hier unmittelbar nach dem Einnehmen ein leichtes Unbehagen mit etwas Druckgefühl im Magen verspürbar, das aber bald wieder verschwand. Auch B e c k e r - F r e y s e n g und L i e b i c h haben in ihren Selbstversuchen dasselbe beobachtet.

Die schon früher immer wieder beobachteten praetetanischen Zeichen, wie häufige Parästhesien in Armen und Beinen, sowie ziehender Schmerz in den Unterarmen, der besonders in die kleinen Finger ausstrahlte, habe ich während der Alkalosetage an mir feststellen können. Bemerkenswert erschien mir noch die Beobachtung, daß jedesmal in Alkalose bzw. nach Einnahme von Natrium succinicum das Rauchen von Zigaretten wegen eines widerlichen Geschmackes nicht möglich war. Eine gehobene Stimmung in Alkalose und eine Depression in Acidose, wie sie H o f f beschrieben hat, fielen mir bei der täglichen Niederschrift meiner Selbstbeobachtungen, als ich von der Art und mutmaßlichen Wirkung der verschiedenen Pulver nichts wußte, nicht auf.

II. Leistungsveränderungen:

Tabelle 1:

1. Versuchsreihe: Einmalige erschöpfende Arbeit.

Datum	Fahrtdauer	Versuchsbedingung
6. 1. 38	6 Min. 10 Sek.	normal
7. 1. 38	5 Min. 30 Sek.	normal
8. 1. 38	3 Min. 20 Sek.	normal
10. 1. 38	6 Min. 55 Sek.	normal
11. 1. 38	4 Min. 35 Sek.	normal
12. 1. 38	10 Min. 55 Sek.	normal
13. 1. 38	9 Min. 55 Sek.	normal
14. 1. 38	6 Min. 20 Sek.	normal
15. 1. 38	7 Min. 10 Sek.	normal
17. 1. 38	5 Min. 40 Sek.	normal
18. 1. 38	6 Min. 35 Sek.	Täuschungspulver
19. 1. 38	5 Min. 10 Sek.	normal
20. 1. 38	15 Min. 00 Sek.	Natrium succinicum
21. 1. 38	5 Min. 10 Sek.	reaktive Alkalose
22. 1. 38	7 Min. 45 Sek.	normal
24. 1. 38	7 Min. 35 Sek.	normal
25. 1. 38	9 Min. 55 Sek.	Natrium succinicum
26. 1. 38	15 Min. 20 Sek.	Natrium succinicum
28. 1. 38	9 Min. 26 Sek.	Täuschungspulver (reaktive Acidose)
29. 1. 38	8 Min. 35 Sek.	Täuschungspulver
31. 1. 38	6 Min. 10 Sek.	normal
1. 2. 38	3 Min. 30 Sek.	Ammoniumchlorid
2. 2. 38	2 Min. 40 Sek.	Ammoniumchlorid
3. 2. 38	3 Min. 00 Sek.	Ammoniumchlorid
4. 2. 38	6 Min. 40 Sek.	reaktive Acidose

Am 18. I. wurde zunächst ein Kontrollversuch mit dem Täuschungspulver gemacht, der wirkungslos verlief. Am 20. I. erfolgte eine prompte Steigerung auf 15 Minuten nach 30 g Natrium succinicum, die am Vortage in Gaben von je 10 g nach den Mahlzeiten genommen worden waren. Wenn man den Durchschnittswert der Normalleistung heranzieht (6 Min. 30 Sek.), so beträgt die Erhöhung der Arbeitszeit weit über 100 %! Am folgenden Tage stellte sich die Arbeitsdauer wieder auf die Norm ein. In einer Alkalose-Periode von 2 Tagen war wieder eine Leistungserhöhung außer Zweifel. Bei den auch über der Norm liegenden Werten am 28. I. und 29. I. ist wohl die bessere Fahrtdauer auf die erwartete Leistungserhöhung auf das Täuschungssalz hin zurückzuführen, doch zeigt die Tabelle am 12. I. und 13. I. auch erhöhte Zeiten ohne diesen psychischen Einfluß. Jedenfalls hat sich auch in früheren Versuchen (Albath) gezeigt, daß bei Anwendung eines Täuschungspulvers die Erwartung einer Leistungssteigerung sich schon leicht in diesem Sinne auswirken kann.

Die Tatsache der Herabsetzung der Leistung in Acidose erfuhr in dem Ergebnis des Gegenversuches vom 1., 2. und 3. II. eine ganz klare Bestätigung, indem die Leistung durch Gaben von je 30 g Ammoniumchlorid sich so erheblich verschlechterte, daß nicht einmal 4 Minuten erreicht wurden. Subjektiv hatte ich dabei jedesmal schon zu Beginn der Fahrt den Eindruck, als sei der Widerstand im Ergometer wesentlich stärker. Außerdem trat schon nach ganz kurzer Zeit eine mächtige Dyspnoe auf, die dann neben den besonders in den Oberschenkeln sich äußernden Muskelschmerzen zur Aufgabe der Arbeit zwang. Die Erholung dauerte ebenfalls wesentlich länger als das nach normaler Fahrt der Fall war.

Zusammengefaßt ergab sich bei der 1. Versuchsreihe von 25 Tagen an den drei Alkalosetagen sehr eindrucksvoll die Steigerung der Arbeitszeit, und an den drei Acidosetagen bestätigten die erzielten niedrigen Zeiten die Ergebnisse von Dennig, Peters und Schneikert aufs neue.

In allen bisherigen Versuchen war die günstige Wirkung der Alkalose bei körperlicher Arbeit immer nur in einer einmaligen, bis zur Erschöpfung durchgehaltenen Arbeitsleistung erprobt und erwiesen worden. Es galt jetzt die Frage zu klären, wie sich die Arbeitsleistung in einer zweiten Fahrt, nach kurzer Erholungspause gegenüber der ersten Fahrt verhalten würde und ob dabei im Zustand der Alkalose noch ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Normalzustand bestände. Es lag nämlich der Gedanke nahe, daß im Organismus die durch vermehrte Alkalizufuhr erlangte Fähigkeit, die Erschöpfung durch schnelle Neutralisation der bei der Muskelarbeit sich bildenden Milchsäure hinauszuschieben, nach der Erschöpfung nicht mehr vorhanden wäre. Außerdem bestand durchaus Grund zu der

Tabelle 2:

2. **Versuchsreihe:** Wiederholte erschöpfende Arbeit.

Datum 1938	I. Fahrtdauer	II. Fahrtdauer	Summe I. u. II. Fahrtdauer	Versuchsbedingung
5. 2.	6′ 13″	4′ 26″	10′ 39″	reaktive Alkalose
7. 2.	9′ 20′	8′ 40″	18′ 00″	reaktive Alkalose
8. 2.	6′ 50′	3′ 25″	10′ 15″	normal
9. 2.	6′ 20″	4′ 45″	11′ 05″	Natrium succinicum
11. 2.	12′ 25″	6′ 45″	19′ 10″	Natrium succinicum
12. 2.	13′ 10″	7′ 30″	20′ 40″	Natrium succinicum
14. 2.	6′ 10″	4′ 20″	10′ 30″	reaktive Acidose
15. 2.	2′ 45″	1′ 58″	4′ 43„	reaktive Acidose
16. 2.	6′ 53″	2′ 00″	8′ 53″	Täuschungspulver (reaktive Acidose)
17. 2.	6′ 13″	2′ 10″	8′ 23″	Täuschungspulver
18. 2.	6′ 30″	2′ 40″	9′ 10″	Täuschungspulver
19. 2.	4′ 00″	2′ 18″	6′ 18″	Täuschungspulver
21. 2.	6′ 32″	3′ 20″	9′ 52″	Täuschungspulver
22. 2.	9′ 50″	5′ 05″	14′ 55″	Natrium succinicum
23. 2.	6′ 45″	5′ 35″	12′ 20″	Natrium succinicum
24. 2.	23′ 32″	10′ 34″	34′ 06″	Natrium succinicum
25. 2.	3′ 10″	4′ 40″	7′ 50″	Täuschungspulver (reaktive Acidose)
26. 2.	2′ 55″	3′ 50″	6′ 45″	Täuschungspulver (reaktive Acidose)

Annahme, die Steigerung der körperlichen Arbeit bei einer ersten Leistung könnte auf Kosten der späteren Leistungsfähigkeit vor sich gehen. Dann müßte in Alkalose eine Wiederholung der Arbeit zu einer Leistungsverminderung gegenüber den Ergebnissen des Leerversuches führen.

Zu diesem Zwecke wurde nach der ersten Fahrt eine Ruhepause von 15 Minuten eingelegt. Die Pause wurde in absoluter körperlicher

Ruhe auf einem Liegestuhl verbracht. Anschließend fuhr ich unter den gleichen Bedingungen erneut bis zur Erschöpfung.

Nach Tabelle 2 erreichte ich am 7. II. in beiden Fahrten Werte, die erheblich über den Mittelwerten lagen. Dies glaube ich noch als die Auswirkung einer sich in meinem Körper auf den Reiz der künstlichen Acidose am 1., 2. und 3. II. gebildeten reaktiven Alkalose ansprechen zu können. Denn nach dem plötzlichen Absetzen des Ammoniumchlorids kommt es zu einer reaktiven Alkalose dadurch, daß der Körper auf den Säurereiz hin an Stelle des neutralen Harnstoffes Ammoniak bildet und mit dem Harn ausscheidet. „Diese Ammoniakbildung kommt aber nur langsam in Gang und hält nach Aufhören des Reizes noch eine Zeitlang an" (Dennig).

Die Werte der zweiten Fahrt lagen an allen Fahrtagen, mit Ausnahme der beiden letzten, gegenüber denen der ersten Fahrt niedriger. Bei der ersten Fahrt war der Mittelwert 6 Min. 30 Sek., während er bei der Fahrt II. nur 3 Min. 30 Sek. betrug. In zwei Alkaloseperioden von jeweils drei Tagen überstiegen auch die Zeiten der zweiten Fahrt deutlich die normale Fahrtdauer. Die Schwankungen der ersten Fahrzeit nach oben oder unten wiederholten dich gleichsinnig in der zweiten Fahrt.

Am 15. II. wurden sehr niedrige Werte erzielt, die sehr wahrscheinlich durch eine reaktive Acidose zu erklären sind, zumal die vorausgegangene künstliche Alkalose über vier Tage bestanden hatte. Auch Becker ist gelegentlich seiner Selbstversuche mit Alkalose auf diese Erscheinung gestoßen und hat sie als Analogon zu der schon vorher bekannten reaktiven Alkalose nach Acidose beschrieben: „Diese reaktive Acidose ist aber um so größer und hält um so länger an, je länger die vorausgegangene Alkalose bestanden hat." Zudem waren die subjektiven Symptome die gleichen, wie in der künstlichen Acidose, nämlich starke Dyspnoe, heftiger Muskelschmerz.

Wie schon im Kapitel „Methodik" angegeben, wurden Untersuchungen über meinen Säure-Basenhaushalt nicht durchgeführt. Deshalb ließen sich aber auch keine ganz eindeutigen Angaben über die reaktiven Veränderungen machen. In Anlehnung an die Ergebnisse Dennigs und seiner Mitarbeiter nahm ich für die erste eintägige Alkalose vom 20. I. eine eintägige reaktive Acidose und nach der zweitägigen vom 25. und 26. I. eine Reaktion von zwei Tagen an. Der Acidose vom 1.—3. II. folgte eine viertägige Reaktion, während die Alkaloseperiode vom 9.—12. II. eine reaktive Acidose von viertägiger Dauer verursachte.

In einem letzten dreitägigen Alkalosezustand stiegen die Leistungswerte wiederum beträchtlich an. Besonders am 24. II. wurden in beiden Fahrten Höchstleistungen erzielt: in der ersten Fahrt 23 Min. 32 Sek. und in der zweiten Fahrt 10 Min. 34 Sek.; das sind Zeiten,

wie sie während der ganzen vorausgegangenen Versuchsreihe auch an keinem Alkalosetage gefahren wurden. Dementsprechend war auch an den beiden folgenden Tagen die Reaktion mit einer in verminderter Leistung ausgedrückten Acidose besonders deutlich, die wiederum erst am zweiten Tag nach dem plötzlichen Absetzen von Natrium succinicum voll zur Auswirkung kam, und mit Abschluß der ganzen Versuchsreihe sicher noch nicht völlig ausgeglichen war.

In den Kontrollversuchen mit dem unwirksamen Gemisch von Kochsalz und Zucker ergaben sich keine wesentlichen Veränderungen der Leistung.

Es ergibt sich also im zweiten Teil der Versuchsreihe die Tatsache, daß die günstige Wirkung der Alkalose auch noch nach einer erschöpfenden Muskelarbeit besteht. Die gesteigerten Leistungen nach der jeweiligen Erholungspause weisen eindeutig darauf hin.

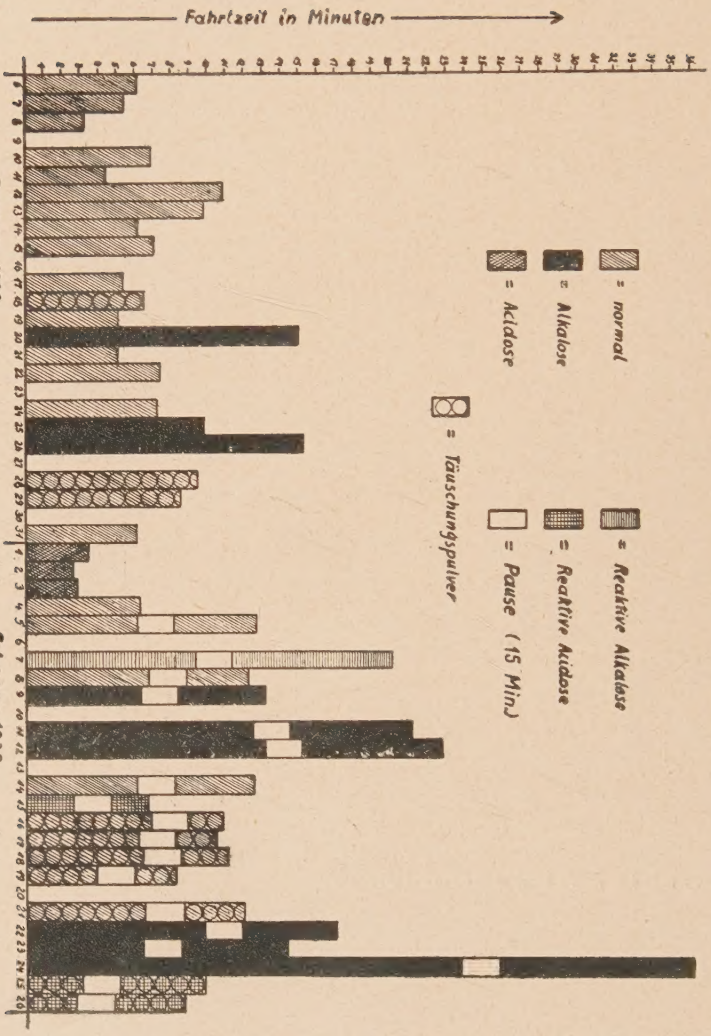
Die Ausnutzung der Alkalosewirkung führt also nicht zur Beeinträchtigung späterer Leistungen.

Rein subjektiv habe ich das Empfinden gehabt, daß man in Alkalose viel schneller die Erschöpfungszeichen verliert und längst nicht 15 Minuten braucht, um sich erneut leistungsfähig zu fühlen, während umgekehrt im Zustand der künstlichen, sowie reaktiven Acidose nach 15 Minuten eine völlige Beruhigung nicht eingetreten ist.

Zusammenfassung.

1. In Selbstversuchen werden frühere Angaben über die leistungssteigernde Wirkung der Alkalose auf die durch bernsteinsaures Natrium herbeigeführte Alkalose ausgedehnt und ebenso die gute Verträglichkeit dieses Salzes bestätigt.
2. Zum ersten Male wird die körperliche Leistungsfähigkeit bei wiederholter, jeweils bis zur Erschöpfung durchgeführter Arbeit im Normalzustand und in künstlicher Alkalose untersucht.
3. Auch bei wiederholter Arbeitsbelastung wirkt die Alkalose leistungssteigernd. Der Alkalose-Erfolg kommt demnach nicht auf Kosten der späteren Leistungsfähigkeit zustande.

Ich möchte meine Arbeit nicht beenden ohne Herrn Dr. med. Becker-Freyseng und der technischen Assistentin Fräulein Krüger für ihre liebenswürdige Unterstützung bei der Durchführung der Versuche, sowie bei der Zusammenstellung der Ergebnisse meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.


Fahrtzeit in Minuten
= normal
= Alkalose
= Acidose
= Reaktive Alkalose
= Reaktive Acidose
= Pause (15 Min.)
= Täuschungspulver
Januar 1936
Februar 1936
Datum der Versuchstage

Literaturangaben.

1. Dennig, Peters u. Schneikert: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. 165, 161 (1932).
2. Dennig, Becker-Freyseng, Krause u. Albath: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. 186, 611 (1937).
3. Dennig, Dill u. Talbot: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. 144, 297, (1929).
4. Dennig: Dtsch. med. Wschr. 1937, I. 773.
5. Becker, Hermann: „Veränderungen des Ruhe- und Arbeits-Stoffwechsels durch künstliche Alkalose". Inaug.-Diss., Berlin 1936.
6. Becker-Freiyseng u. Liebich: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. 188, 441 (1938).
7. Krause, Becker-Freysen'g u. Gilbricht: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. 186, 617 (1937).
8. Herxheimer: Z. Klin. Med. 98, 488 (1924).
9. Hoff: Münch. med. Wschr. 1935, 1478.
10. Mader: Klin. Wschr. 1931, 2346.

Lebenslauf.

Als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Karl Rendenbach und seiner Ehefrau Hella, geb. Schoemann, wurde ich am 8. Mai 1914 in Trier geboren. Nach vierjährigem Besuch der dortigen Volksschule trat ich Ostern 1924 in das staatliche Friedrich-Wilhelms-Gymnasium in Trier ein. Dort legte ich im März 1933 die Reifeprüfung ab. Anschließend nahm ich an dem freiwilligen Werkhalbjahr 1933 für Abiturienten teil. Im Wintersemester 1933/34 begann ich mein Medizinstudium an der Universität Freiburg, wo ich Oktober 1934 den I. Teil der ärztl. Vorprüfung ablegte. Den II. Teil des Physikums bestand ich nach dem 5. Semester an der Universität Marburg. Weiterhin studierte ich an den Universitäten Kiel und Gießen. Hier trat ich als Fahnenjunker (im San.-Korps) in das Heer ein. Seit dem Sommersemester 1937 besuchte ich die Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin, an der ich das Staatsexamen am 26. IV. 39 abgelegt habe.